

PCT/JP2004/009342

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

09. 8. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。



This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 1 日
Date of Application:

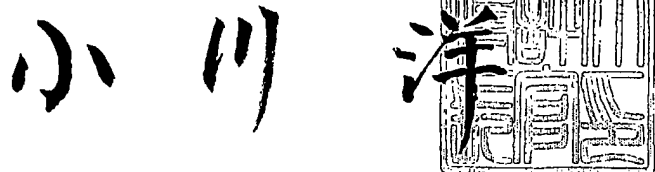
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 7 0 0 0 2
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 2 7 0 0 0 2]

出 願 人
Applicant(s): 独立行政法人 科学技術振興機構
 独立行政法人物質・材料研究機構

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 9 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 8 3 5 9 6

【書類名】 特許願
【整理番号】 03JST50
【提出日】 平成15年 7月 1日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 5/18
【発明者】
 【住所又は居所】 茨城県つくば市並木 3-669-102
 【氏名】 宮崎 英樹
【発明者】
 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区中山 4-18-1-101
 【氏名】 宮崎 博司
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都三鷹市井の頭 1-24-3
 【氏名】 宮野 健次郎
【特許出願人】
 【持分】 65/100
 【識別番号】 396020800
 【氏名又は名称】 科学技術振興事業団
 【代表者】 沖村 憲樹
【特許出願人】
 【持分】 35/100
 【識別番号】 301023238
 【氏名又は名称】 独立行政法人物質・材料研究機構
 【代表者】 岸 輝雄
【代理人】
 【識別番号】 100089635
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 清水 守
 【電話番号】 03-3219-5691
 【ファクシミリ番号】 03-3219-5693
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 012128
 【納付金額】 13,650円
【その他】 国等以外のすべての者の持分の割合 065/100
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0013088

【書類名】特許請求の範囲

【請求項1】

第1の光散乱体を周期的に配列した第1の層と、第2の光散乱体を前記第1の層における第1の光散乱体と同じ周期にて配列した第2の層から構成される構造体において、前記第1と第2の層の面外方向から照射された入射光がこれらの層によって回折する方向と、近接した一つの第1の光散乱体と一つの第2の光散乱体から構成されるユニットが入射光を特に強く散乱する方向とを一致させ、単一または複数の次数の回折光を選択的に増強することを特徴とする回折格子。

【請求項2】

請求項1記載の回折格子において、前記第1の光散乱体および第2の光散乱体が球であり、それらを前記各層内で2次元的に配列することを特徴とする回折格子。

【請求項3】

請求項2記載の回折格子において、前記球は屈折率および直径が等しいことを特徴とする回折格子。

【請求項4】

請求項1記載の回折格子において、前記第1の光散乱体および第2の光散乱体が円筒であり、それらを前記各層内で1次元的に配列することを特徴とする回折格子。

【請求項5】

請求項4記載の回折格子において、前記円筒は屈折率および直径が等しいことを特徴とする回折格子。

【請求項6】

請求項1記載の回折格子において、前記第1の光散乱体および第2の光散乱体がおおむね軸対称のレンズであり、それらを前記各層内で2次元的に配列することを特徴とする回折格子。

【請求項7】

請求項1記載の回折格子において、前記第1の光散乱体および第2の光散乱体がおおむね面対称のレンズであり、それらを前記各層内で1次元的に配列することを特徴とする回折格子。

【請求項8】

請求項6または7記載の回折格子において、前記レンズが焦点距離が等しいことを特徴とする回折格子。

【請求項9】

請求項1記載の回折格子において、前記光散乱体を前記各層内で配列する周期が、使用する光の回折格子周囲の媒質中における波長に対して1/2倍から100倍の範囲であることを特徴とする回折格子。

【請求項10】

請求項1記載の回折格子において、前記第1の層と第2の層が密着していることを特徴とする回折格子。

【請求項11】

請求項1記載の回折格子において、前記第1の層および第2の層を単層に配列し、それぞれの光散乱体の表面が近接するように前記第1の層と第2の層を対向配置したことを特徴とする回折格子。

【請求項12】

請求項1記載の回折格子において、前記第1の層と第2の層の相対的な距離または面内の位置関係が駆動手段によって変化することを特徴とする回折格子。

【請求項13】

請求項2、4、6または7記載の回折格子を、対向する2つの面が平行でないプリズム素子と組み合わせたことを特徴とする回折装置。

【請求項14】

請求項2、4、6または7記載の回折格子と光導波路とを組み合わせたことを特徴とす

る光導波路装置。

【請求項 15】

相対的に移動する 2 つの構造体の一方の構造体に請求項 2、4、6 または 7 記載の回折格子の第 1 の層を固定し、他方の構造体に請求項 2、4、6 または 7 記載の第 2 の層を固定し、単一の回折光の強度、あるいは複数の回折光の強度の相互関係から、2 つの構造体の相対的な面内位置を検出することを特徴とする位置エンコーダ装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回折格子およびそれを用いた装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、光波長帯を中心とする電磁波のスペクトル測定や特定の波長を選別しての信号計測・画像計測、あるいは、電磁波の進行方向の変化や分岐のために使用される回折格子およびそれを用いた装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

回折格子は、一般に三角形や矩形の断面をした線状突起の1次元周期配列体である。また、目的によってはピラミッド型や直方体型の突起もしくはくぼみの2次元周期配列体も用いられる。利用形態によって、回折格子は反射型と透過型に大別される。

【0003】

図15は従来のブレース化回折格子の模式図である。

【0004】

この図において、1は回折格子本体、2は表面層、3は入射光、4は反射光、5は反射回折光、6は屈折光、7は透過回折光である。

【0005】

回折格子の周期が入射光の波長の半分よりも大きい場合、一般に反射側と透過側の両側に複数の回折光5、7が生じる。これらの回折光5、7の生じる角度は、入射光3の入射方向・波長・周期によって決まり、同じ方向から入射した入射光でも波長によって回折光5、7の生じる方向は異なる。

【0006】

この原理を利用して、白色光をスペクトルに分解したり、特定の方向に設置した検出器により特定の波長の強度だけを検出したりすることができる。反射型回折格子は表面に金属膜を塗布しているので、透過側には光は進むことはできない。透過型回折格子では、表面層を省略するか、あるいは反射防止コーティングを施す。

【0007】

従来の回折格子では、高い回折効率を得るために、断面を適切な鋸歯状の三角形状に加工する技術が用いられてきた。図15に示すように、入射光3は一つの三角形の斜面にて、反射光4と屈折光6に分かれる。反射型回折格子の場合には、効率よく回折させたい波長の反射回折光5が反射光4と同じ方向に進むように、斜面の傾斜角や周期を決める。透過型回折格子の場合には、目的の透過回折光7と屈折光6の方向が同じになるように設計する。

【0008】

このように、高い回折効率を得るために断面形状を最適化することを、ブレースングもしくはブレース化といい、そのような最適化された回折格子をブレース化回折格子もしくはブレースド回折格子と呼ぶ。

【0009】

従来の回折格子について歴史的に重要な知見は、以下の非特許文献1に整理されている。

【0010】

また、下記の特許文献1には、共鳴的なブラッグ反射現象を利用することにより、光の波長を選別したり、進行方向を変化させたりする光回折格子が開示されている。

【0011】

さらに、下記の特許文献2には、第1物体と第2物体とを対向させて、相対的な位置決めを行うために、第1物体面上と第2物体面上に各々物理光学素子を形成し、このうち一方の物理光学素子に光を入射させたときに生じる回折光を他方の物理光学素子に入射させ、その他方の物理光学素子により所定面上に生じる回折パターンの光量分布を検出手段により検出した位置合わせ装置が開示されている。

【特許文献1】特開2001-091717号公報

【特許文献2】特許第2513281号

【非特許文献1】D. Maystre (ed.), "Selected Papers on Diffraction Gratings" (SPIE, Washington, 1993)

【非特許文献2】「光学工房—知っているようで意外に知らない回折格子、特に共鳴領域」光学、29巻、5号、pp. 338-339 (2000)

【非特許文献3】H. T. Miyazaki, H. Miyazaki, and K. Miyano, "Anomalous scattering from dielectric bispheres in the specular direction", Optics Letters, Vol. 27, No. 14, pp. 1208-1210 (2002)

【非特許文献4】S. H. Park and Y. Xia, "Assembly of Mesoscale Particles over Large Areas and Its Application in Fabricating Tunable Optical Filters", Langmuir, Vol. 15, pp. 266-273 (1999)

【非特許文献5】A. van Blaaderen, R. Ruel, and P. Wiltzius, "Template-directed colloidal crystallization", Nature, Vol. 385, pp. 321-324 (1997)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、ここに述べたブレイジングの原理は反射や屈折という幾何光学的な現象を利用しているので、波長に比べて非常に大きな周期を持った回折格子にしか適用できない。このような回折格子をスカラー領域の回折格子と呼ぶ。非常に高い回折次数を用いる場合や、わずかな回折角しか必要としない場合にはスカラー領域の回折格子でも良いが、低い次数で大きな回折角を得たい場合には、周期と波長をせいぜい数倍しか変わらない程度に近い値にせざるを得ない。

【0013】

このような回折格子を共鳴領域の回折格子と呼ぶ。かかる共鳴領域の回折格子ではスカラー領域の回折格子と異なり、明確なブレイジングの設計論がない。従って、共鳴領域の回折格子は、マックスウェルの方程式をできる限り厳密に計算して、適切な断面形状を探索しつつ設計されている。共鳴領域における回折格子のブレイジングに関する問題点については、上記の非特許文献2にて指摘されている。

【0014】

また、ブレイジングされた回折格子を設計通りに製作することは、スカラー領域の大きな周期のものであっても、今なおそう簡単なことではない。回折格子の製作には各時代最高の精密加工技術が投入され、従って、回折格子とは、常に限られた製造者にしか製造できない高価な素子であり続けた。古くはルーリングエンジンと呼ばれる専用の精密加工機が用いられ、高品質の回折格子を実現できる装置は世界でも限られていた。最近では多くが光干渉露光法に置き換わっているが、正確なブレイズ形状を実現するには特殊なイオンエッチングや精密転写などの高度な技術が必要で、そのような技術を有する製造者は今なお限られている。これらの技術の詳細は、先述の非特許文献1にて述べられている。

【0015】

従来の回折格子を利用する際に特に不便だったのは、ブレイジング条件の融通のなさである。入射方向、回折方向、周期、使用波長、使用回折次数が決まれば、適切なブレイジング形状は容易に決まる。ところが、特に分光素子として回折格子を利用する場合には、回折格子を入射光に対して回転したりして、ブレイジング条件を外れた条件でも使用しな

くてはならない。そのために、分光機器においては、特定の波長を典型的な使用波長として限定して設計せざるを得ず、それを中心とするある程度の動作範囲でしか高い効率を保證することができなかった。

【0016】

本発明では、上記状況に鑑みて、共鳴領域でも有効でかつ簡単な新しいブレイジングの原理を与え、また、比較的簡単な製造方法で高効率な回折格子を実現する道を開き、さらに、様々な使用条件において最適なブレイジング条件を外部からの制御信号により実現できるチューナビリティを有する回折格子およびそれを用いた装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕回折格子において、第1の光散乱体を周期的に配列した第1の層と、第2の光散乱体を前記第1の層における第1の光散乱体と同じ周期にて配列した第2の層から構成される構造体において、前記第1と第2の層の面外方向から照射された入射光がこれらの層によって回折する方向と、近接した一つの第1の光散乱体と一つの第2の光散乱体から構成されるユニットが入射光を特に強く（共鳴的に）散乱する方向とを一致させ、単一または複数の次数の回折光を選択的に増強することを特徴とする。

【0018】

〔2〕上記〔1〕記載の回折格子において、前記第1の光散乱体および第2の光散乱体が球であり、それらを前記各層内で2次元的に配列することを特徴とする。

【0019】

〔3〕上記〔2〕記載の回折格子において、前記球は屈折率および直径が等しいことを特徴とする。

【0020】

〔4〕上記〔1〕記載の回折格子において、前記第1の光散乱体および第2の光散乱体が円筒であり、それらを前記各層内で1次元的に配列することを特徴とする。

【0021】

〔5〕上記〔4〕記載の回折格子において、前記円筒は屈折率および直径が等しいことを特徴とする。

【0022】

〔6〕上記〔1〕記載の回折格子において、前記第1の光散乱体および第2の光散乱体がおおむね軸対称のレンズであり、それらを前記各層内で2次元的に配列することを特徴とする。

【0023】

〔7〕上記〔1〕記載の回折格子において、前記第1の光散乱体および第2の光散乱体がおおむね面対称のレンズであり、それらを前記各層内で1次元的に配列することを特徴とする。

【0024】

〔8〕上記〔6〕または〔7〕記載の回折格子において、前記レンズが焦点距離が等しいことを特徴とする。

【0025】

〔9〕上記〔1〕記載の回折格子において、前記光散乱体を前記各層内で配列する周期が、使用する光の回折格子周囲の媒質中における波長に対して $1/2$ 倍から100倍の範囲であることを特徴とする。

【0026】

〔10〕上記〔1〕記載の回折格子において、前記第1の層と第2の層が密着していることを特徴とする。

【0027】

〔11〕上記〔1〕記載の回折格子において、前記第1の層および第2の層を単層に配

列し、それぞれの光散乱体の表面が近接するように前記第1の層と第2の層を対向配置したことを特徴とする。

【0028】

〔12〕上記〔1〕記載の回折格子において、前記第1の層と第2の層の相対的な距離または面内の位置関係が駆動手段によって変化することを特徴とする。

【0029】

〔13〕回折装置において、上記〔2〕、〔4〕、〔6〕または〔7〕記載の回折格子を、対向する2つの面が平行でないプリズム素子と組み合わせたことを特徴とする。

【0030】

〔14〕光導波路装置において、上記〔2〕、〔4〕、〔6〕または〔7〕記載の回折格子と光導波路とを組み合わせたことを特徴とする。

【0031】

〔15〕位置エンコーダ装置において、相対的に移動する2つの構造体の一方の構造体に上記〔2〕、〔4〕、〔6〕または〔7〕記載の回折格子の第1の層を固定し、他方の構造体に上記〔2〕、〔4〕、〔6〕または〔7〕記載の第2の層を固定し、単一の回折光の強度、あるいは複数の回折光の強度の相互関係から、2つの構造体の相対的な面内位置を検出することを特徴とする。

【0032】

上記したように、本発明は、鏡面共鳴を示す散乱ユニットから構成される周期構造物が示す鏡面共鳴増強回折現象を利用する。

【0033】

まず、この鏡面共鳴とは、周囲の媒質に対して1.2から2.2という相対屈折率を持つ2個の透明球が密着もしくは近接している場合に、2個の球の中心を結ぶ軸に対して斜めに入射した光線が、あたかも軸の部分に鏡が置かれているかのように強く鏡面反射される散乱現象である。鏡面反射されるのは2個の球の直径が等しい場合であるが、もしも2個の球の直径が異なる場合にはその直径の比および入射方向で決まる特定の方向に出射する（この場合には正確には反射方向は鏡面反射方向ではないが、本質的には同じ原理に基づいた現象であるので、同様に鏡面共鳴と呼ぶ）。

【0034】

また、このような現象を示す球の直径の範囲は非常に広く、例えば波長400から700nm程度の可視光に対しては、直径1 μ m程度の微小な球から、無限に大きな球までで鏡面共鳴は同様に観察される。また、この現象は2個の円形の界面での光の屈折現象として近似的に捉えられる現象なので、球の場合に限らず、円筒が軸を平行とするように密着あるいは近接している場合にも同様に観察される。ここで、2個の球あるいは円筒は、入射側がフォーカシングレンズとして入射した平行光を集光し、出射側がコリメーティングレンズとしてそれを再び平行光に復元する働きを持っている。

【0035】

従って、より広義には、2個の適切に配置されたレンズが、2個のレンズの中心を結ぶ軸に対して斜めに入射した光線を、あたかも軸の部分に鏡が置かれているかのように強く鏡面反射する現象も鏡面共鳴として捉えることができる。この現象は、実験結果と計算結果に基づいて上記の非特許文献3にて詳しく説明されている。

【0036】

次に、鏡面共鳴増強回折現象とは、以上に述べたような鏡面共鳴を示す散乱ユニット、すなわち、2個の球や2個のレンズを2次元面内に周期的に配列した構造体において、周期構造に起因する回折光の方向と、個々の散乱ユニットで生じる鏡面共鳴光の方向が一致した場合に、特に強い回折光が得られるという現象である。散乱ユニットが球や球面レンズのようなおおむね軸対称形のレンズの場合には、これらが2次元周期構造を成すことにより2次元的な構造体が形成される。散乱ユニットが円筒や円筒レンズのようなおおむね面対称形のレンズの場合には、これらが1次元周期構造を成すことにより2次元的な構造体が形成される。

【0037】

鏡面共鳴増強回折現象においては、鏡面共鳴という散乱現象が回折格子におけるブレイジングの原理として作用している。鏡面共鳴現象は波長よりやや大きな球、円筒、レンズで生じるので（具体的には直径が波長の1.6倍以上というのが一般的な目安である）、それがほぼ最密に配列した共鳴領域の回折格子でも有効な現象である。上記した非特許文献3が発表されるまでは、共鳴領域ほどの小さなサイズの球やマイクロレンズが、マクロな（スカラー領域の）レンズと同様の働きをすることは知られていなかった。

【0038】

また、鏡面共鳴増強現象を起こす最も単純な系は、球あるいは円筒の2層最密充填構造で、このような系はコロイド粒子や円筒の自己組織的な集積体として高度な加工技術を必要とせず実現できる。さらに、従来のブレイズ化回折格子のような固定された形状ではなくて、2個の物体の相対的な配置によってブレイジング条件が決まるので、その相対位置を外部からの制御信号により変化させることで、ブレイジング条件にチューナビリティを導入することができる。

【発明の効果】

【0039】

本発明によれば、これまでとは全く異なった原理に基づいて、いわゆる共鳴領域と呼ばれる波長領域でも高効率なブレイズ化回折格子を実現できる。これまでの回折格子は高度な精密加工技術を不可欠とし、高価であったが、本発明による回折格子は微小球や円筒の自己組織的手法によっても実現できるので、比較的簡単な製造方法で安価に製作することができる。

【0040】

また、これまでの回折格子は設計時に設定したブレイジング条件は固定化されたものであったが、本発明によれば、外部からの制御信号により様々な使用条件において最適な特性が得られるようにブレイジング条件をチューニングすることも可能になる。

【0041】

さらに、本発明を利用すれば、安価なあるいはチューナブルな分光機器や光集積回路、位置検出機器が実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0042】

回折格子において、第1の光散乱体を周期的に配列した第1の層と、第2の光散乱体を前記第1の層における第1の光散乱体と同じ周期にて配列した第2の層から構成される構造体において、前記第1と第2の層の面外方向から照射された入射光がこれらの層によって回折する方向と、近接した一つの第1の光散乱体と一つの第2の光散乱体から構成されるユニットが入射光を特に強く散乱する方向とを一致させ、単一または複数の次数の回折光を選択的に増強することができ、比較的簡単な製造方法で安価に製作することができる。また、外部からの制御信号により様々な使用条件において最適な特性が得られるようにブレイジング条件をチューニングすることもできる。

【0043】

また、この回折格子を用いることにより、対向する2つの面が平行でないプリズム素子と組み合わせた回折装置、回折格子と光導波路とを組み合わせた光導波路装置、又は2つの構造体の相対的な面内位置を検出する位置エンコード装置を得ることができる。

【実施例1】

【0044】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0045】

図1は本発明にかかる透明微小球の2層最密充填結晶による鏡面共鳴増強回折現象を説明するための図である。図1(a)はその第2層目の微小球の一部を除去した平面図、図1(b)は図1(a)の正面図である。

【0046】

この図において、10は回折格子、11は透明基板、12は第1層の透明微小球（光散乱体）、13はその微小球12からなる第1層目の最密充填結晶、14は第2層の透明微小球（光散乱体）、15はその微小球からなる第2層目の最密充填結晶である。

【0047】

このように、透明基板11の上に直径 $1\mu\text{m}$ 程度の透明微小球（光散乱体）12、14からなる2層最密充填結晶13、15を形成したものである。この透明微小球（光散乱体）12、14の材料は、ポリスチレンやシリカ製の直径の揃ったものが液晶ディスプレイ用のスペーサ粒子や理化学研究用の試薬として製造されており容易に入手できる。

【0048】

また、このような2層最密充填結晶13、15は、特殊な製造装置を用いることなく簡単に製作できる。それは大きさや形状の揃った粒子は、本来、自己組織的に周期配列して結晶化しようとする性質を備えているためである。たとえば、上記非特許文献4には、任意の層数の大面積の微小球結晶を製作するための方法と様々な層数の製作結果が詳しく紹介されている。

【0049】

図1に基づいて、本発明の根拠になる鏡面共鳴増強回折現象について詳しく説明する。

【0050】

この図における各層の最密充填結晶13、15は三角格子である。図1(a)の平面図に示すように、各層は xy 面に平行で、1辺が y 軸に平行な三角格子を形成しており、2層目の配列は1層目の配列を x 軸方向にシフトして積層したものとする。このとき、図1(b)の正面断面図に示すように、 xz 面に平行に2連球が形成されている。2連球は z 軸から角度 δ だけ傾斜し、 x 軸方向に周期 p で並んでいる。この図1の配列の場合、角度 $\delta = 35.3^\circ$ である。

【0051】

また、球の直径を D とすると、周期 $p = 0.866D$ の関係がある。後述するように、傾斜角度 δ や周期 p と球の直径 D の関係は結晶の形態や配置によって異なる。透明基板11の法線方向から角度 α で波長 λ の光 k_i が xz 面内へ入射すると、 xz 面内に回折光 k_o の生じる方向 θ はいわゆるグレーティング方程式 $\sin \theta = \sin \alpha + m\lambda/p$ で与えられる。ここで m は整数で、回折の次数と呼ぶ。

【0052】

この時に、各2連球での鏡面共鳴も同時に起こるとすると、 $\theta = 2\delta - \alpha$ も同時に満足されなければならない。これらから、鏡面共鳴増強回折の起こる条件は $2\cos \delta \sin(\delta - \alpha) = m\lambda/p$ と表せる。この関係式を満たす条件は無数にある。しかし、実際にはいくつかの制限を考えねばならない。

【0053】

まず2連球の軸に対して鏡面共鳴の起こる入射角範囲には限度があり、一般に $|\delta - \alpha| \leq 30^\circ$ 程度である。また、高効率な回折のためには、単一の回折光だけが増強されることが望ましい。複数の回折光が増強されると、一つの回折光に分配されるエネルギーは低下することになる。簡単のため、入射角度 $\alpha = 0$ 、回折の次数 $m = 1$ を仮定すると、透過光($m = 0$)とこの回折光の角度間隔 Θ は $\Theta = \sin^{-1}(\lambda/p)$ である。2連球からの鏡面共鳴光の角度拡がり（半値全幅）を $\Delta\theta$ とすると、 $\Delta\theta > \Theta$ では同時にいくつかの回折光が増強されてしまう。一つの回折光だけを増強する基準を $\Delta\theta \leq \Theta/2$ と考えてみよう。

【0054】

図2はこの条件を満足する範囲を図示している。この図2の $\Delta\theta$ は、様々な球径 D （ただしサイズパラメータ $S = \pi D/\lambda$ で無次元化して表している）、屈折率 n の2連球について、様々な入射角度 α での鏡面共鳴光の角度幅を平均して求めたものである。図2には屈折率 $n = 1.58$ に対する $\Delta\theta$ （両偏光で平均）のフィッティング曲線を示した。いくつかのサイズパラメータ S での様々な屈折率 n （1.3～2.1）での $\Delta\theta$ のばらつく範囲もバーで示したが、だいたいこのフィッティング曲線の周囲に分布している。

【0055】

また、図2には $\Theta/2$ も示した。実線は本発明の2層最密充填結晶の場合で、破線は後述する。サイズパラメータ $S=4$ 付近の垂直線（実線）は回折限界を示し、これより小さなサイズパラメータ S では Θ が存在しない。つまり、回折がもはや起こらない。また、鏡面共鳴が起こる範囲の下限はおおよそサイズパラメータ $S=5$ である。

【0056】

以上のことを考えると、 $\Delta\theta \leq \Theta/2$ の基準を満たし、かつ、鏡面共鳴が起こるのは、サイズパラメータ $S=5$ 付近の極めて狭い範囲であると分かる。この $\Delta\theta \leq \Theta/2$ という基準は絶対的なものではなく、求める回折特性に応じて任意に置けるものである。一般にはサイズパラメータ $S=5\sim10$ 程度の範囲が、一つの回折光が選択的に増強される特に有用な回折格子の存在する領域といえる。これは、波長 $\lambda=0.5\mu\text{m}$ の可視光に対しては $D=0.8\sim1.6\mu\text{m}$ 、波長 $\lambda=1.55\mu\text{m}$ の光通信波長に対しては球の直径 $D=2.5\sim5\mu\text{m}$ に相当する。

【0057】

実際に鏡面共鳴増強回折現象が起こることと、従来の回折格子に匹敵する高い回折効率を得られることは実験により確認した。

【0058】

球の直径 $D=2.1\mu\text{m}$ 、屈折率 $n=1.58$ の高分子微小球（光散乱体）をマイクロマニピュレーション法により、図3のように積層した。すなわち、21は第1層の高分子微小球、22はその高分子微小球21が並べられた第1層目の最密充填結晶、23は第2層の高分子微小球、24はその高分子微小球23が並べられた第2層目の最密充填結晶である。

【0059】

ここで、波長 $\lambda=0.633\mu\text{m}$ （サイズパラメータ $S=10.4$ に相当）の光を xz 面内で様々な角度 α で入射した時の xz 面内での輝度プロファイルを考える。まず、図4には理論的な予想結果を示す。すなわち、図4は本発明にかかる鏡面共鳴を構造因子として考慮した回折理論による xz 面内での輝度プロファイルを示す図であり、図4(a)は実験に用いた格子の有限性を考慮した回折関数、図4(b)は鏡面共鳴を表す構造因子、図4(c)は様々な入射角 α での輝度プロファイルである。

【0060】

図4(a)は周期 p で有限個の散乱体が配列している場合の回折を考慮した輝度プロファイルである。ここで横軸は散乱ベクトル $\Delta k = k_0 - k_1$ の x 成分である Δk_x としてある。この表記法では、入射角によらず回折光の生じる方向は横軸上で一定の位置に固定され、回折の次数 $m=0$ の回折光（透過光）が常に中心に位置する。ここに2連球の鏡面共鳴の効果を加える。鏡面共鳴は個々の散乱体の散乱強度分布であるから、回折理論における構造因子として扱えばよい。

【0061】

図2から、このサイズパラメータ S と屈折率 n とでは $\Delta\theta=15^\circ$ であるので、この半値幅を持ったガウス分布として、構造因子を近似できる。それを図4(b)に示す。このピークは入射角度 α に応じて左右に移動する。図4(a)と図4(b)を掛け合わせたものが図4(c)の最終的な輝度プロファイルである。入射角 α を変えると、各次数の回折光が順々に選択的に増強される様子がわかる。元々図4(a)のように多数の次数の回折光が同時に生ずる回折格子であるにも係わらず、図4(b)で示すブレイジングの効果があつたために図4(c)のような特性が得られると説明できる。

【0062】

図5はこれを実測により求めたものである。実験では、結晶の面内サイズが有限で、周囲の余白部分の透過光が重畳するために回折の次数 $m=0$ のピークについては図4(c)とは比較できない。しかし、その他の部分は非常に良く一致しており、鏡面共鳴増強回折現象が予想通りに起こっていることが分かる。

【0063】

なお、一部の入射角度 α では同時に2個のピークが同程度に現れることがあるが、これはサイズパラメータ S が10をやや超える大きめの値をとるからである。この時、図5に○で示した条件において回折効率が最大で、 p 偏光に対して55%、 s 偏光に対して52%であった。従来の透過型ブレース化回折格子の典型的な回折効率が50~80%であったことを考えると、既に同程度の効率が得られている。また、偏向による回折効率の差が小さい点でも回折格子として既に優秀な性質を備えている。ここで、実験で用いた配列体は何の最適化も行っていない。したがって、計算や系統的な実験結果に基づいて使用波長 λ に応じて球の直径 D や屈折率 n を適切に選べば、より高い回折効率も得られるはずである。

【0064】

以上、自己組織化技術を利用した作りやすい最密充填結晶を題材として説明したが、他の構造でも同様に鏡面共鳴増強回折現象は起こる。

【0065】

図6は微小球を正方格子状に配列した場合であり、図6(a)は正方格子の第2層目の微小球の一部を除去した平面図、図6(b)はその図6(a)の正面図である。

【0066】

これらの図において、30は回折格子、31は透明基板、32は第1層の微小球(光散乱体)、33はその微小球32が並べられた第1層の最密充填結晶、34は第2層の微小球(光散乱体)、35はその微小球34が並べられた第2層の最密充填結晶を示している。

【0067】

この場合にも、 xz 面内で入射する場合、2連球が xz 面内に位置するような方位にて結晶を配置すべきである。この時、傾斜角 $\delta = 45^\circ$ 、周期 $p = 0.707D$ (D は球の直径)である。図2の破線はこの場合の $\theta/2$ と回折限界を示す。正方格子の方が、単一の回折光だけが増強される条件を満たす範囲がやや広いことがわかる。正方格子は面内に最密でないので、平滑な透明基板31上に自己組織的に作るのは困難であるが、透明基板31に第1層の微小球32の下端が納まるくぼみをあらかじめ加工しておけば自己組織的な作成を実現することができる。この技術は非特許文献5に記載されている。

【0068】

図7は直径に比べて十分長い円筒(光散乱体)を最密充填した2層結晶であり、図7(a)はその第2層結晶の一部を除去して示した平面図、図7(b)は図7(a)の正面図である。

【0069】

これらの図において、40は回折格子、41は透明基板、42は第1層の円筒(光散乱体)、43はその円筒42が並べられた第1層の最密充填結晶、44は第2層の円筒(光散乱体)、45はその円筒44が並べられた第2層の最密充填結晶である。この時、傾斜角 $\delta = 30^\circ$ 、周期 $p = \text{球の直径} D$ である。

【0070】

図1と図6に示される実施例では、鏡面共鳴をブレイジングの原理として用いるという点の他に、2次元的な回折格子であるという点においても、図15に示した従来の一般的な1次元的な周期構造を持った回折格子とは異なっている。図7に示される実施例は、従来の1次元的な回折格子をそのまま鏡面共鳴を用いる方式に置き換えた例である。この実施例では、各層は、円筒を向きを揃えて最密に並べるだけでよいので、より簡単に回折格子を構成することができる。

【0071】

以上、ここで示した実施例はいずれも基板上に球や円筒が密着した状態で積層したものであったが、基板を除去し、球や円筒の配列体で自立的に構造を保たせることができることが非特許文献4にて示されており、そのような基板を含まない系をそのまま用いても良い。回折条件や鏡面共鳴条件は xy 面内の波数ベクトル成分によって決まっており、基板の有無に依らず、波数ベクトルの xy 成分は保存されるので、この場合にも特に動作条

件に違いはない。

【0072】

以上、代表的な3つの具体例について、詳細な構造や適切な直径Dや周期pの値の決め方を述べてきたが、その他のあらゆる構造の場合にも、光散乱体を前記各層内で配列する周期が、使用する光の回折格子周囲の媒質中における波長に対して $1/2$ 倍から100倍の範囲であることが望ましい。

【実施例2】

【0073】

図8は本発明にかかる微小球の単層最密充填結晶を形成した2枚の基板を対向させて固定した回折格子を示す図である。

【0074】

この図において、50は回折格子、51は第1の透明基板、52は第1の透明基板上の第1の球（光散乱体）、53はその球52が並べられた単層最密充填結晶、54は第2の透明基板、55は第2の透明基板上の第2の球（光散乱体）、56はその球55が並べられた単層最密充填結晶、57はシリカ球（ガラスのマイクロロッドでもよい）、58は接着剤である。

【0075】

この実施例では第1の透明基板51の上に第1の球52の単層最密充填結晶53を形成したものと、第2の透明基板54の上に第2の球55の単層最密充填結晶56とを形成したものを対向させて、適切な間隔を保って固定したものである。図1、図6、図7に示したような1層目と2層目が密着したものは、作製は容易であるが、xz面内での2連球ユニットの傾斜角 δ を任意に選ぶことができない。図8に示す回折格子はその点を改善したもので、面内の位置合わせにより任意の傾斜角 δ を実現できる。それぞれの結晶面はその構造が三角格子の場合には非特許文献4のように自己組織的に作製できるし、その他の格子の場合にも非特許文献5の方法を組み合わせれば良いので、実現は容易である。

【0076】

図8に示す回折格子を作成する際に留意すべきことは、2枚の透明基板51と54の間隔を精密に制御することであるが、 μm 単位の薄い隙間を保って2枚の平面を固定する技術は、液晶ディスプレイやカメラレンズ用の積層型回折格子光学素子において商業的に用いられており、実現は可能である。具体的には、粒径の揃ったシリカ球57やガラスのマイクロロッドを周辺の接着部にスペーサとして混合しておいたり、周辺部に型加工などによりスペーサとなる突起を設けておき、そこを対向する基板に突き当てて接着することで実現される。図8では、シリカ球57をスペーサとして用いる方法を示した。

【実施例3】

【0077】

図9は本発明にかかる円筒の単層最密充填結晶を形成した2枚の基板を対向させ、駆動手段によって上下の層を相対的に移動させることができるようにした回折格子を示す図である。

【0078】

この図において、60は回折格子、61は第1の基板、62は第1の基板上の円筒（光散乱体）、63はその円筒62が並べられる単層最密充填結晶、64は第2の基板、65は第2の基板上の円筒（光散乱体）、66はその円筒65が並べられる単層最密充填結晶、67は駆動手段（圧電素子や静電アクチュエータ）、68は入射光、69は回折光である。

【0079】

ここでは、簡単のため円筒62、65が1次元配列の場合を説明するが、上述したような球の三角格子や正方格子などの2次元配列の場合でも同様である。

【0080】

この第3実施例は、第2実施例と似ているが、駆動手段67によって上下の層（円筒62、65）が相対的に移動できることが異なる。駆動手段67として、具体的には圧電素

子や、MEMS (Microelectro-mechanical system) と呼ばれる半導体加工技術により作製した静電アクチュエータを用いることができる。ここでは各層 (円筒62, 65) の相対移動によりどのような機能が実現できるかを中心に説明する。

【0081】

第1の機能は、どの次数の回折光を増強するか動的なスイッチングである。説明を簡単にするため、入射角 $\alpha = 0$ とすると、次数 m の回折光69の生じる方向は、 $\theta_m = \sin^{-1}(m\lambda/p)$ と表せる。上の層 (円筒65) を下の層 (円筒62) に対して Δx だけシフトすると、2連球が入射光に対して成す角は $\delta = \tan^{-1}[\Delta x / (D+G)]$ となる。ただし、 G は各層の円筒表面間の距離である。また、 Δx が周期 p を超えると同じ状況が繰り返されるので、 $|\Delta x| \leq p/2$ である。 $\theta_m = 2\delta$ となるように Δx を選べば、特定の次数 m の回折光を増強できる。

【0082】

ここで、 $D \gg G$ 、 $\theta_m \doteq \sin \theta_m$ 、 $\delta \doteq \tan \delta$ 、 $D \doteq p$ とすると、次数 m を増強できる Δx は、 $\Delta x \doteq m\lambda/2$ と表すことができる。波長 $\lambda = 500 \text{ nm}$ 、回折の次数 $m = \pm 1$ と考えると、 Δx の範囲は $\pm 250 \text{ nm}$ となる。 $|\Delta x| \leq p/2$ の条件からも同じ程度の範囲となる。すなわち、上下の層63, 66をわずか $\pm 250 \text{ nm}$ の範囲でシフトするだけで、 $m = -1, 0, +1$ 次の3つの方向に進む回折光の内の一つだけを選択的に増強できることになる。この程度のストロークでの移動は、圧電素子にしてもMEMSのアクチュエータにしても容易なことである。

【0083】

第2の機能は、様々な波長 λ に対して常にブレイジング条件を満足させ、高効率な回折を保証する機能である。

【0084】

図10は図9に示す回折格子により分光測定を行う様子を示す図である。

【0085】

この図において、70はスリット、71は光検出器である。

【0086】

白色の入射光68をこの回折格子60でスペクトル分解し、特定の波長 λ の光をスリット70を通して取り出して、その輝度を計測する例を考える。波長 λ を選択するには回折格子60を入射光68に対して回転する (入射角 α を変化させる)。

【0087】

スリット70は光の入射方向から β の方向に固定されているとすると、図10から分かるように $\theta - \alpha = \beta$ である。グレーティング方程式より、この時、 $\sin(\alpha + \beta) - \sin \alpha = m\lambda/p$ となるよう、入射角 α を選べば良いことになる。

【0088】

ここで、鏡面共鳴条件も同時に満たすには、 $\delta = \alpha + \beta/2$ を満たす必要がある。つまり、入射角 α が決まれば傾斜角 δ も決まり、そうなるように Δx を調整すれば、常に測定したい波長 λ に対してブレイジングがされていることになる。因みに、既に述べたように、従来の回折格子では、このようにブレイジング条件を動的に変えることはできなかった。ある典型的な使用波長においてのみブレイジング条件が満足され、その他の波長では常にそれより低い効率で妥協せざるを得なかった。

【0089】

以上の駆動をMEMSアクチュエータで行うことを考えると、回折格子の部分に球や円筒の自己組織的な配列を使うのはあまり現実的でない。なぜなら、MEMSは半導体加工技術を利用して一括形成することにより、複雑な形状をもった微細構造物を高精度にかつ比較的安価に実現できることが利点であるので、球や円筒などの多数の個別部品を組み合わせる工程を含めてしまうと、MEMSを採用する本来のメリットが損なわれてしまうからである。

【0090】

上記非特許文献3で示唆されているように、鏡面共鳴において、入射側の球や円筒はフォーカシングレンズとして入射した平行光を集光し、出射側の球や円筒はコリメーティングレンズとしてそれを再び平行光に復元する働きを持っている。従って、球や円筒の単層配列は、球型や円筒型、あるいはそれと等価な屈折率傾斜型のマイクロレンズアレイ（マイクロレンズの結晶）で置き換えることもできる。

【0091】

本発明の回折格子で最高の効率の得られる要素散乱体の形状や屈折率分布は、本来、マックスウェルの方程式の厳密計算により求めるべきものである。その場合、光散乱体は厳密には非球面あるいは非円筒面のレンズ、あるいはそれと等価な屈折率傾斜型レンズとなるであろう。上記実施例で示してきた球や円筒の配列は、むしろ、多少の性能を犠牲にすることにより製作を容易にした特殊な例と考えるべきである。マイクロレンズアレイは、それ自体が典型的なMEMSである、これをリソグラフィやエッチングの技術を駆使して実現する方法が盛んに研究されている。マイクロレンズアレイとその駆動機構の集積化により、本発明による回折格子を最適な形で、高い再現性で大量生産できるようになると期待される。

【0092】

図11は図9をマイクロレンズアレイによって実現した例である。

【0093】

この図において、80は回折格子、81は第1の基板、82は第1の基板上のマイクロレンズ（光散乱体）、83はマイクロレンズ82が並べられたマイクロレンズアレイ、84は第2の基板、85は第2の基板上のマイクロレンズ、86はマイクロレンズ85が並べられたマイクロレンズアレイ、87は駆動手段（圧電素子や静電アクチュエータ）である。

【0094】

ここでは、マイクロレンズ82、85の焦点距離は等しいとして示したが、それらは異なってもよい。その場合には、鏡面共鳴光は、その焦点距離の比および入射方向で決まる特定の方向に出射するが、基本的な考え方は以上述べてきたことと同じである。また、球や円筒を光散乱体とした場合と同様に、光散乱体を前記各層内で配列する周期は、使用する光の回折格子周囲の媒質中における波長に対して1/2倍から100倍の範囲であることが望ましい。

【0095】

なお、図9では駆動方向はx軸方向だけに限って説明したが、本発明の駆動方向はこのように1軸方向に限るものではない。球やレンズの2次元配列の場合にはy軸方向にも移動することで、別の方向への回折光も増強できる。また、z軸方向に駆動できれば、2つの層の距離の最適化により、常に最高の回折効率を得ることができる。

【0096】

これまでの回折格子の応用形態を考えると、以上に説明してきた本発明による回折格子にも同様の応用の方法があると期待される。

【0097】

図12はその第1の応用例で、いわゆるグリズムに応用した例である。

【0098】

この図において、90はグリズム、91はプリズム、92は回折格子であり、この回折格子92は、第1層の円筒（光散乱体）93とその円筒93が並べられた第1層の最密充填結晶94と、第2層の円筒（光散乱体）95とその円筒95が並べられた第2層の最密充填結晶96とからなる。97は入射光、98は回折光である。

【0099】

ここで、グリズムとは回折格子（グレーティング）92とプリズム91を一体化した光学部品であり、ちょうど使用したい回折光（ $m=1$ ）がプリズム91の偏向作用により、入射光97と同軸になるように調整したものである。

【0100】

図12に示したように、本発明による回折格子92もプリズム91と一体化させれば、同様に光学系に挿入するだけで特定の波長だけを取り出してそのまま画像観察することが可能である。なお、以下の応用例ではすべて円筒93, 95の1次元配列として図示したが、この部分は上記した第2や第3実施例のような発展系で置き換えることができることは言うまでもない。

【0101】

図13は第2の応用例としての本発明による回折格子を光導波路のグレーティングカップラーとして用いた例である。

【0102】

この図において、101は基板、102は光導波路、103は回折格子であり、この回折格子103は、第1層の円筒（光散乱体）104とその円筒104が並べられた第1層の最密充填結晶105と、第2層の円筒（光散乱体）106とその円筒106が並べられた第2層の最密充填結晶107とからなる。108, 109は入射光、110, 111は回折光である。

【0103】

なお、カップラーを形成したい部分に球や円筒の位置を決めるくぼみを加工しておけば、自己組織的に回折格子103を所定の場所に作り込むことも可能である。

【0104】

本発明にかかる回折格子103はブレイジングされたものに相当するので、カップラーからは両側に光が伝搬するのではなく、特定の方向にのみ回折光110, 111を導波したり取り出したりすることができる。

【0105】

図14は第3の応用例としての本発明による回折格子を位置検出のためのエンコーダに用いた例である。

【0106】

この図において、121は第1の構造物、122は透明基板、123はマイクロレンズ、124はマイクロレンズが並べられたマイクロレンズアレイ、125は第2の構造物、126は透明基板、127はマイクロレンズ、128はマイクロレンズが並べられたマイクロレンズアレイである。ここでは、透明基板上にマイクロレンズアレイを有してスケールを構成している。130は入射光、131~135は回折光、141~145は第1~第5の光検出器であり、図14の右側のグラフに第1~第5の光検出器141~145からの出力波形が示されている。

【0107】

図9で示したように、2層の回折格子がわずかに数100nmという微小な距離だけ相対移動しただけで、どの次数の回折光が増強されるかが変化する。このことを位置検出に利用する。2枚の透明基板上にそれぞれマイクロレンズアレイを配置したスケールを、向かい合わせになるように2つの構造物121, 125に取付け、相対運動する2つの構造物121, 125が構成される。入射光130を入射すると、複数の次数の回折光131~135が生じる。それぞれの回折光131~135の生じる方向に光検出器141~145を設けておき、それぞれの次数の信号強度を検出する（図14は±2次までの5つの回折光の強度を検出する例を示す）。2つの構造物121, 125が相対運動すると、増強される回折次数は順次変わり、強い信号を検出する検出器は順次入れ替わる。相対運動量がちょうど回折格子の周期pと等しくなると、最初の状況に戻る。

【0108】

こうして、数100nm程度の分解能で、位置の変化を計測できる。従来のエンコーダと同様に、信号を補間すると、より細かい分解能で位置を計測することも可能である。同様に2つの回折格子を組み合わせて位置合わせをする方法が特許文献1に述べられているが、この方法は、総体として一つのフレネルレンズとして働く回折光学素子のレンズ作用を利用している。それに対して、本発明では、一つ一つの散乱要素それ自体が一つ一つのレンズとして働いており、総体としてはむしろレンズとしての作用はなく、原理的にまっ

たく異なる。また、実施形態としても、本発明では2層の回折格子を近接させることが重要であり、両者が総体として一つのブレース化回折格子として働くものである点が大きく異なる。また、特許文献2では、同様に球で構成された周期構造物の共鳴的な回折作用を利用しているが、ここで利用しているのはミー共鳴とブラッグ回折条件の相乗効果である。しかし、本発明で利用している現象は、上記非特許文献3に説明されているように、ミー共鳴とは関係がない、むしろ幾何光学的な現象である。本発明は2層結晶に特有である点でも異なるし、その特異な回折が観測される入射条件も異なっている。本発明においては、入射光と回折光の成す面に2連球が平行なことが必要である。

【0109】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明はその精神から逸脱することなく、他の様々な形で実施することができる。例えば、ここではもっぱら光の回折現象を題材として説明したが、ここで扱っているのはマックスウェルの方程式で記述される現象であるので、マイクロ波やミリ波など、電磁波一般について同じことが成り立つ。また、以上ではすべて透過型回折格子の例で説明したが、特に透過型と限定する要因はないので、ミラーと組み合わせるなどして反射型にしたものも本発明に含まれる。また、これまでの光学素子で一般になされているように、本発明からなる回折格子の表面に反射防止コーティングを施すようなことは、本発明の一つの実施例に過ぎない。実施例で示した基板は簡単のために平面であると仮定して記述したが、湾曲した2つの基板上に単相最密充填結晶を形成した場合でも得られる効果は同じである。

【0110】

すなわち、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【産業上の利用可能性】

【0111】

本発明の回折格子およびそれを用いた装置は、安価なあるいはチューナブルな分光機器や光集積回路、位置検出機器として好適である。

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図1】本発明にかかる透明微小球の2層最密充填結晶による鏡面共鳴増強回折現象を説明するための図である。

【図2】本発明にかかる鏡面共鳴により単一の回折光だけが増強されるための条件を示す図である。

【図3】本発明にかかる実験に用いた直径2.1 μm 、屈折率1.58の高分子微小球の配列を示す図である。

【図4】本発明にかかる鏡面共鳴を構造因子として考慮した回折理論によるxz面内の輝度プロファイルを示す図である。

【図5】本発明にかかる実験により求めたxz面内の輝度プロファイルを示す図である。

【図6】本発明にかかる微小球を正方格子状に配列した場合の2層結晶を示す図である。

【図7】本発明にかかる円筒の2層最密充填結晶を示す図である。

【図8】本発明にかかる微小球の単層最密充填結晶を形成した2枚の基板を対向させて固定した回折格子を示す図である。

【図9】本発明にかかる円筒の単層最密充填結晶を形成した2枚の基板を対向させ、駆動手段によって上下の層を相対的に移動させることができるようにした回折格子を示す図である。

【図10】図9に示す回折格子により光検出を行う様子を示す図である。

【図11】図9をマイクロレンズアレイによって実現した例を示す図である。

【図12】本発明による回折格子をグリズムに応用した例を示す図である。

【図13】本発明による回折格子を光導波路のグレーティングカプラーとして応用し

た例を示す図である。

【図14】本発明による回折格子を位置検出のためのエンコーダに応用した例を示す図である。

【図15】従来のブレース化回折格子の模式図である。

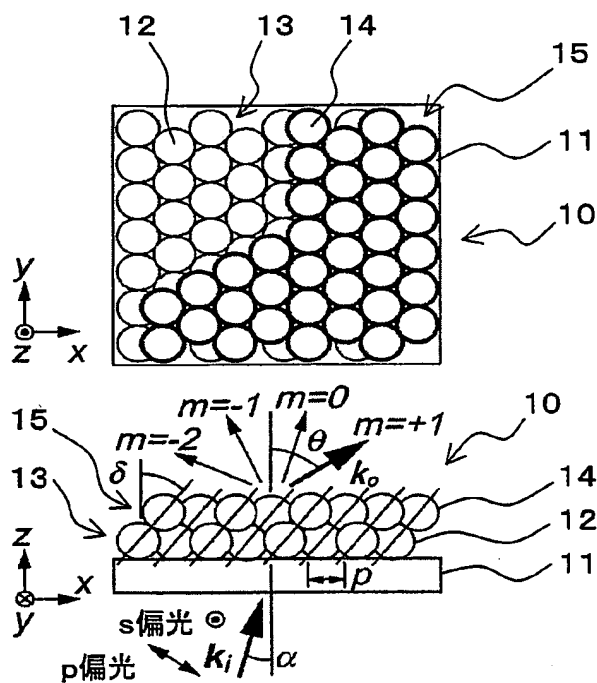
【符号の説明】

【0113】

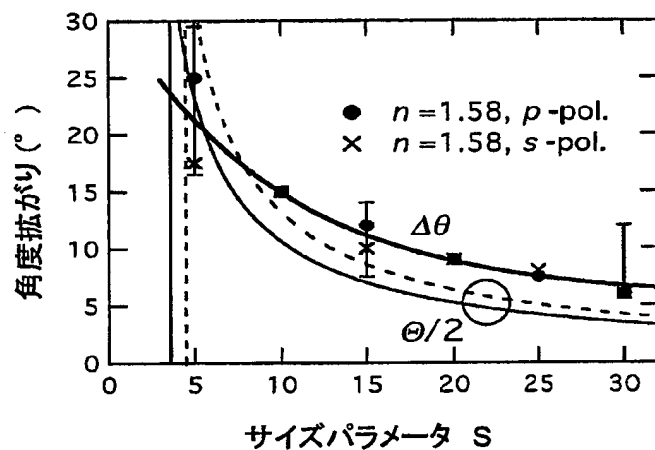
- 10, 30, 40, 50, 60, 80, 103 回折格子
- 11, 31, 41, 122, 126 透明基板
- 12, 32 第1層の微小球 (光散乱体)
- 13, 22, 33, 43, 94, 105 第1層目の最密充填結晶
- 14, 34 第2層の微小球 (光散乱体)
- 15, 24, 35, 45, 96, 107 第2層目の最密充填結晶
- 21 第1層の高分子微小球
- 23 第2層の高分子微小球
- 42, 93, 104 第1層の円筒 (光散乱体)
- 44, 95, 106 第2層の円筒 (光散乱体)
- 51 第1の透明基板
- 52 第1の球 (光散乱体)
- 53, 56, 63, 66 単層最密充填結晶
- 54 第2の透明基板
- 55 第2の球 (光散乱体)
- 57 シリカ球
- 58 接着剤
- 61, 81 第1の基板
- 62, 65 円筒 (光散乱体)
- 64, 84 第2の基板
- 67, 87 駆動手段 (圧電素子や静電アクチュエータ)
- 68, 97, 108, 109, 130 入射光
- 69, 98, 110, 111, 131~135 回折光
- 70 スリット
- 71, 141~145 光検出器
- 82, 85, 123, 127 マイクロレンズ (光散乱体)
- 83, 86, 124, 128 マイクロレンズアレイ
- 90 グリズム
- 91 プリズム
- 92 回折格子
- 101 基板
- 102 光導波路
- 121 第1の構造物
- 125 第2の構造物

【書類名】図面

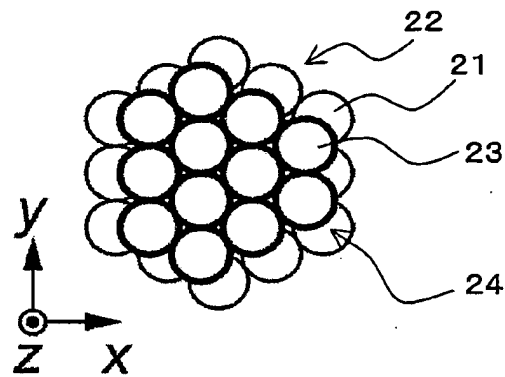
【図1】



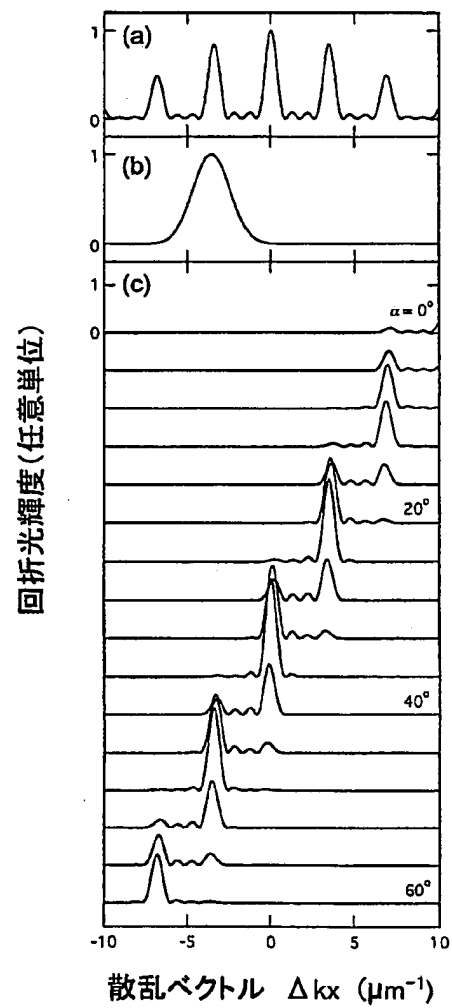
【図2】



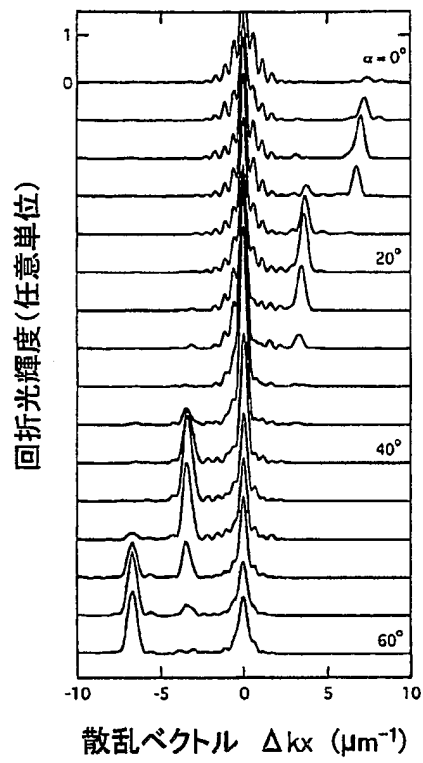
【図3】



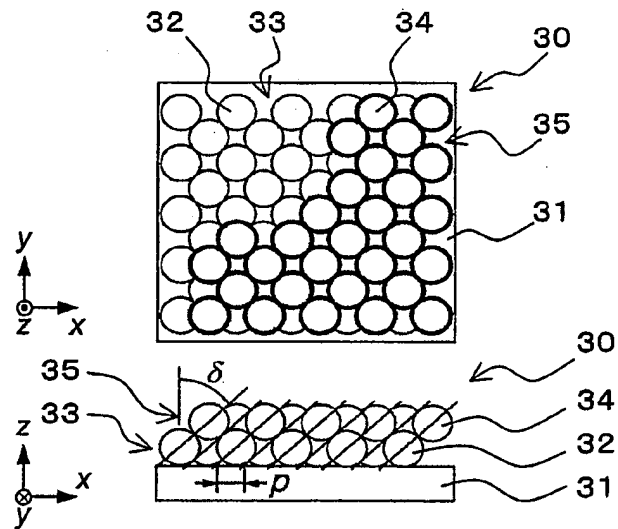
【図4】



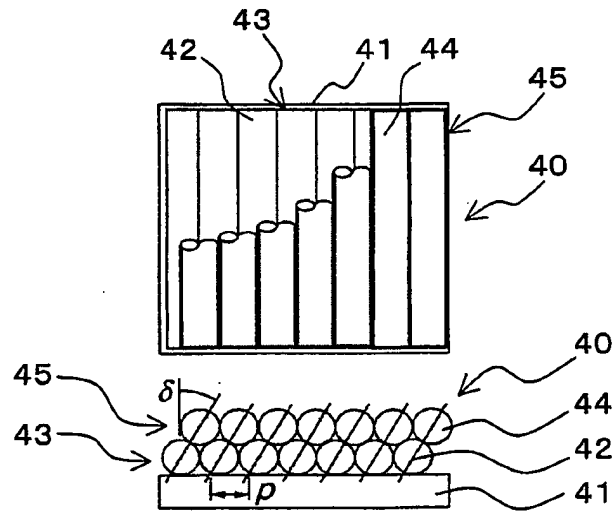
【図5】



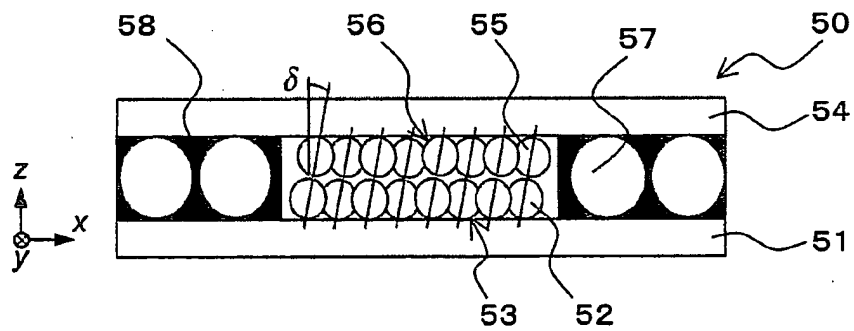
【図6】



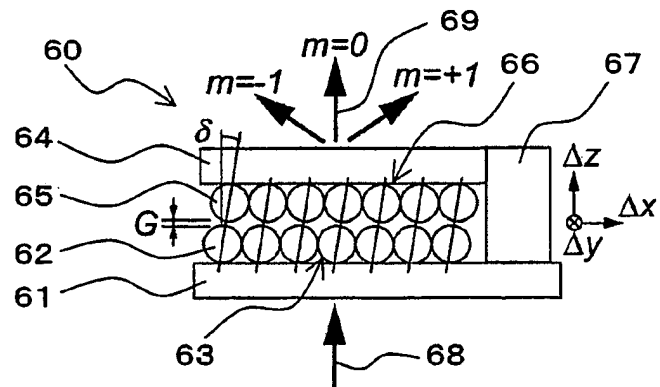
【図7】



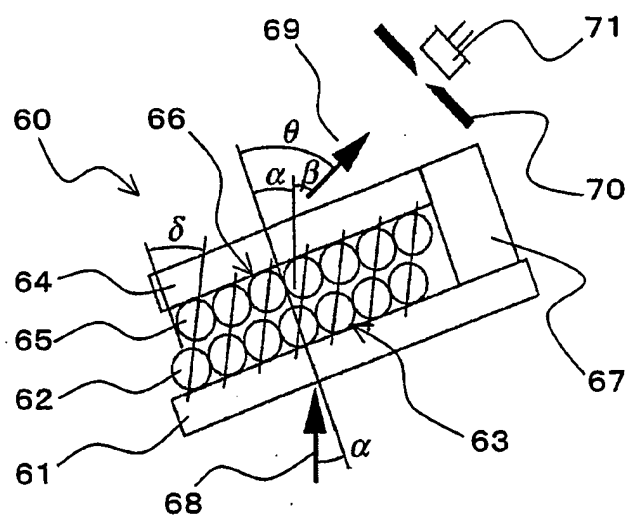
【図8】



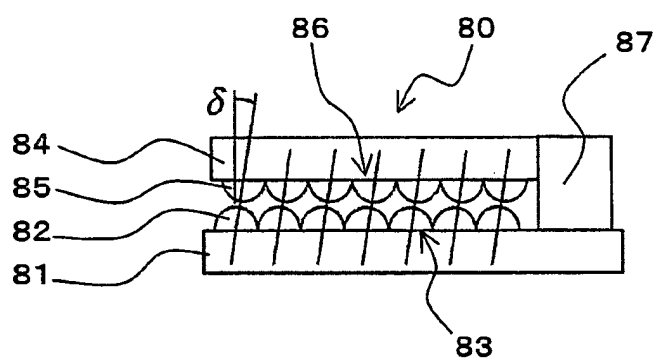
【図9】



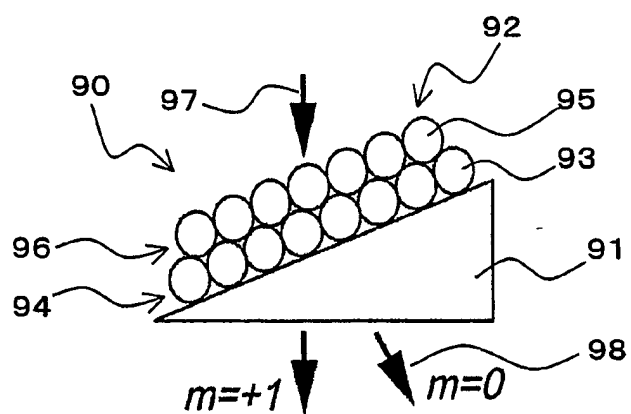
【図 10】



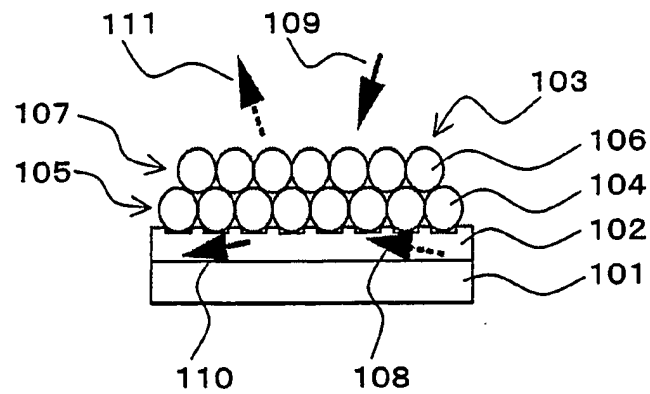
【図 1 1】



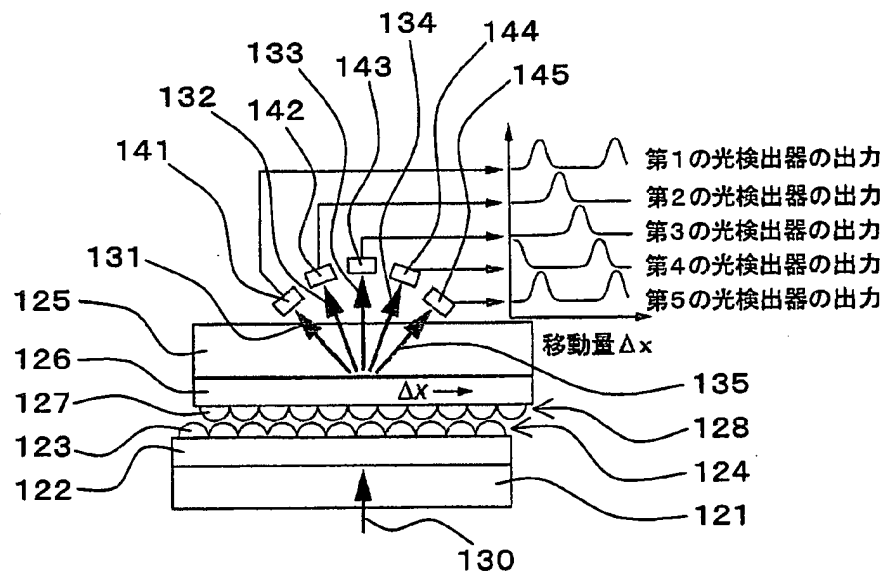
【圖 12】



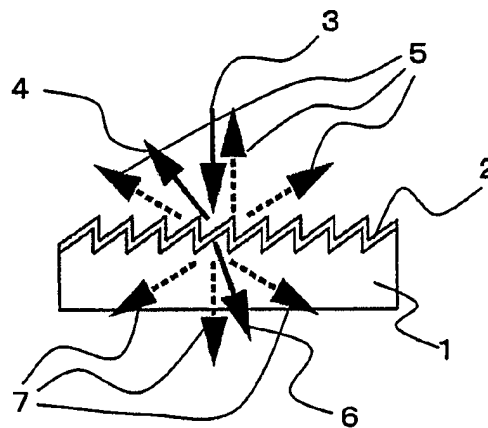
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 共鳴領域でも有効でかつ簡単な新しいブレージングの原理を与え、また、比較的簡単な製造方法で高効率な回折格子を実現し、さらに、様々な使用条件において最適なブレージング条件を外部からの制御信号により実現できるチューナビリティを有する回折格子およびそれを用いた装置を提供する。

【解決手段】 回折格子において、第1の光散乱体(12)を周期的に配列した第1の層(13)と、第2の光散乱体(14)を第1の層(13)における第1の光散乱体(12)と同じ周期にて配列した第2の層(15)から構成される構造体において、前記第1と第2の層の面外方向から照射された入射光がこれらの層によって回折する方向と、近接した一つの第1の光散乱体(12)と一つの第2の光散乱体(14)から構成されるユニットが入射光を特に強く散乱する方向とを一致させ、単一または複数の次数の回折光を選択的に増強する。

【選択図】 図1

【書類名】 出願人名義変更届 (一般承継)
【提出日】 平成15年10月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
【出願番号】 特願2003-270002
【承継人】
【識別番号】 503360115
【住所又は居所】 埼玉県川口市本町四丁目1番8号
【氏名又は名称】 独立行政法人科学技術振興機構
【代表者】 沖村 憲樹
【連絡先】 〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 独立行政法人科学技術振興機構 知的財産戦略室 佐々木吉正 TEL 03-5214-8486 FAX 03-5214-8417

【提出物件の目録】
【物件名】 権利の承継を証明する書面 1
【援用の表示】 平成15年10月31日付提出の特第許3469156号にかかる一般承継による移転登録申請書に添付のものを援用する。
【物件名】 登記簿謄本 1
【援用の表示】 平成15年10月31日付提出の特第許3469156号にかかる一般承継による移転登録申請書に添付のものを援用する。

特願 2003-270002

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [396020800]

1. 変更年月日	1998年 2月24日
[変更理由]	名称変更
住 所	埼玉県川口市本町4丁目1番8号
氏 名	科学技術振興事業団

特願2003-270002

出願人履歴情報

識別番号

[301023238]

1. 変更年月日

2001年 4月 2日

[変更理由]

新規登録

住 所

茨城県つくば市千現一丁目2番1号

氏 名

独立行政法人物質・材料研究機構

特願2003-270002

出願人履歴情報

識別番号

[503360115]

1. 変更年月日

2003年10月 1日

[変更理由]

新規登録

住 所

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

氏 名

独立行政法人 科学技術振興機構